

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-200738

(43) 公開日 平成6年(1994)7月19日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

F 0 1 N 3/08

識別記号

Z A B B

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平4-361571

(22) 出願日 平成4年(1992)12月29日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 荒木 康

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 広田 信也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

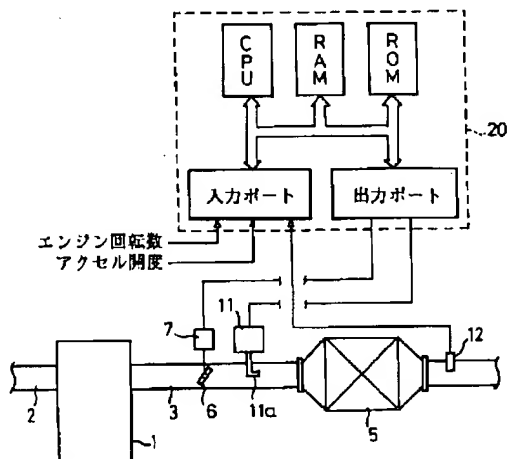
(74) 代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【目的】 NO<sub>x</sub> 吸収剤再生時の還元剤消費量を低減するとともにNO<sub>x</sub> 吸収剤の温度を上昇させて再生に要する時間を短縮する。

【構成】 内燃機関の排気通路3にNO<sub>x</sub> 吸収剤5と、その上流側に、排気流量を絞る排気制御弁6と、NO<sub>x</sub> 吸収剤5に還元剤を供給する還元剤供給装置11とを配置し、電子制御装置 (ECU) 20により排気制御弁6と還元剤供給装置11との作動を制御する。NO<sub>x</sub> 吸収剤5の再生操作時に、ECU 20は排気制御弁6の開閉動作と還元剤供給装置11からの還元剤供給とのタイミングの調節によりNO<sub>x</sub> 吸収剤5に流入する排気中に還元剤の高濃度層と低濃度層とを交互に形成する。



- 1…ディーゼルエンジン
- 3…排気管
- 5…NO<sub>x</sub> 吸収剤
- 6…排気制御弁
- 7…アクチュエータ
- 11…還元剤供給装置
- 11a…還元剤供給管
- 12…排気温度センサ
- 20…電子制御装置 (ECU)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 理論空燃比よりリーン側の空燃比で運転することのできる内燃機関の排気通路に、流入排気空燃比がリーンのときに $\text{NO}_x$ を吸収し、流入排気の酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤を配置して該 $\text{NO}_x$ 吸収剤に排気中の $\text{NO}_x$ を吸収させ、所定の運転条件下で該 $\text{NO}_x$ 吸収剤に還元剤を導入して排気の酸素濃度を低下させ $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させると共に放出された $\text{NO}_x$ を還元浄化する内燃機関の排気浄化装置において、前記 $\text{NO}_x$ の放出、還元操作時に $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気流量を制御する絞り弁手段と、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気に還元剤を導入する還元剤供給手段と、前記絞り弁手段と前記還元剤供給手段との作動を制御して $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気中に還元剤濃度の高い層と還元剤濃度の低い層とを交互に生成する制御手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関し、詳細には、内燃機関の排気中の $\text{NO}_x$ を効果的に除去可能な排気浄化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種の排気浄化装置の例としては、例えば特開昭62-106826号公報に開示されたものがある。同公報の装置は、ディーゼル機関の排気通路に酸素の存在下で $\text{NO}_x$ を吸収する吸収剤（触媒）を収容した容器を接続し、この $\text{NO}_x$ 吸収剤に排気中の $\text{NO}_x$ を吸収させ、該吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収効率が低下した時に容器への排気の流入を遮断して容器内に気体状の還元剤を供給することにより、還元雰囲気を生じさせて吸収剤から $\text{NO}_x$ を放出させると共に、放出された $\text{NO}_x$ を還元浄化するものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記特開昭62-106826号公報の装置は、 $\text{NO}_x$ 吸収剤を収容する容器上流側に設けた遮断弁を用いて容器への排気の流入を完全に遮断して、排気中に含まれる酸素が流入することを防止してから容器内に還元剤を供給する事により、容器内を還元雰囲気にして $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 放出、還元浄化を行っている。このため、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の上記 $\text{NO}_x$ 放出及び還元浄化操作（以下、「再生」操作という）を行う際に前記遮断弁下流側の排気通路と容器内の空間全体を還元雰囲気にするだけの量の還元剤を使用する必要があり、還元剤の消費量が增大する問題がある。

【0004】また、上記公報の装置では、 $\text{NO}_x$ 吸収剤再生操作時に容器内への排気の流入を完全に遮断する必要があるため、エンジン運転中に再生操作を行うためには $\text{NO}_x$ 吸収剤を収容した複数の容器をエンジン排気通路に並列に接続して、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作実行中

も他の $\text{NO}_x$ 吸収剤を通して排気を流すことができるようにする必要があり、排気系の構造が複雑になる問題がある。

【0005】この構造の複雑化の問題を回避するために、例えば $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気を完全に遮断するのではなく、流入する排気の流量を所定流量まで低減して還元剤を供給することにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作時にもエンジン排気の流路を確保するようにした構成も可能である。しかし、この構成によれば複数の $\text{NO}_x$ 吸収剤容器を排気系に並列配置する必要がなくなり、排気系の構造は簡単になるものの、この場合、 $\text{NO}_x$ 吸収剤を還元雰囲気に保つためには流入する排気中の酸素を全て消費することのできるだけの量の還元剤を連続的に供給する必要があるため、上記と同様に還元剤の消費量が增大する問題が生じる。

【0006】また、 $\text{NO}_x$ 吸収剤からの $\text{NO}_x$ の放出速度は温度が高いほど大きくなるため、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度が高い状態で再生操作を行うほど短時間で $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生を完了することができる。上記従来技術では、 $\text{NO}_x$ 吸収剤上での還元剤の燃焼により $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度がある程度上昇するが、 $\text{NO}_x$ 吸収剤は還元雰囲気に保持されるため酸素量の不足により還元剤の燃焼は生じにくく、再生操作実行時に十分に $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度が上昇しない場合がある。

【0007】本発明は、上述の問題に鑑み、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生時の還元剤消費量を低減するとともに再生時に $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度を速やかに上昇させて短時間で効率的な再生を行うことのできる内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、理論空燃比よりリーン側の空燃比で運転することのできる内燃機関の排気通路に、流入排気空燃比がリーンのときに $\text{NO}_x$ を吸収し、流入排気の酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤を配置して該 $\text{NO}_x$ 吸収剤に排気中の $\text{NO}_x$ を吸収させ、所定の運転条件下で該 $\text{NO}_x$ 吸収剤に還元剤を導入して排気の酸素濃度を低下させ $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させると共に放出された $\text{NO}_x$ を還元浄化する内燃機関の排気浄化装置において、前記 $\text{NO}_x$ の放出、還元操作時に $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気流量を制御する絞り弁手段と、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気に還元剤を導入する還元剤供給手段と、前記絞り弁手段と前記還元剤供給手段との作動を制御して $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気中に還元剤濃度の高い層と還元剤濃度の低い層とを交互に生成する制御手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置が提供される。

## 【0009】

【作用】 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気中に還元剤濃度の高い層と低い層とを交互に生成することにより、 $\text{NO}_x$

3

吸収剤中を、両側を還元剤濃度が低く酸素を多量に含む層（リーン空燃比層）で挟まれた還元剤濃度の高い層（リッチ空燃比層）が上流側から下流側に向けて通過して行くことになる。

【0010】このため、リッチ空燃比層とその両側のリーン空燃比層との境界部分近傍では酸素が十分に存在する条件下で還元剤の燃焼が行われNO<sub>x</sub>吸収剤の温度が上昇する。この境界部分は上記リッチ空燃比層と共にNO<sub>x</sub>吸収剤中を上流側から下流側に向けて移動して行くため、リッチ空燃比層の通過に伴いNO<sub>x</sub>吸収剤全体が上流側から下流側に向けて加熱され、速やかに温度が上昇する。

【0011】また、リッチ空燃比層の内部は酸素濃度が低く還元雰囲気になっているので、リッチ空燃比層の通過に伴いNO<sub>x</sub>吸収剤が上流側から下流側に向けて順次再生される。

【0012】

【実施例】以下、添付図面を用いて本発明の実施例について説明する。図1は、本発明をディーゼルエンジンの排気浄化装置に適用した場合の実施例を示している。図1において、1はディーゼルエンジン、2はエンジンの吸気管、3はエンジンの排気管を示す。また、排気管3には後述のNO<sub>x</sub>吸収剤5が接続されており、エンジンの排気管3のNO<sub>x</sub>吸収剤5の上流側には排気制御弁6が設けられている。

【0013】制御弁6は全開時の排気抵抗の少ないバタフライ弁の形式であり、エンジンの通常運転時には全開に保持されており、NO<sub>x</sub>吸収剤5からのNO<sub>x</sub>の放出、還元操作時に所定開度まで閉弁され、排気管3を絞ってエンジンに吸入される空気量を低下させる。7は制御弁6を開閉駆動するソレノイド、負圧アクチュエータ等の適宜な形式のアクチュエータである。アクチュエータ7は後述の電子制御ユニット（ECU）20からの信号により作動して排気制御弁6の開閉を行う。

【0014】また、エンジン排気管3の制御弁6とNO<sub>x</sub>吸収剤5との間には還元剤供給装置11が配置されており、NO<sub>x</sub>吸収剤5の下流側には、排気温度センサ12が配置されている。還元剤供給装置11は、NO<sub>x</sub>吸収剤5の上流側の排気管3に還元剤を噴射する噴射弁11aを備え、ECU20からの入力信号に応じて所定の流量の還元剤を排気管3内に注入する。なお、噴射弁11aは制御弁6の上流側に還元剤を噴射する位置に設けてもよい。還元剤としては、排気中で水素、炭化水素や一酸化炭素等の還元成分を発生するものであれば良く、水素、一酸化炭素等の気体、プロパン、プロピレン、ブタン等の液体又は気体の炭化水素、ガソリン、軽油、灯油等の液体燃料等が使用できる。本実施例では、ディーゼルエンジンを使用しているため還元剤としてエンジン

4

の燃料と同じ軽油を使用しており、還元剤供給装置11にはエンジンの図示しない燃料系統から軽油が供給される。また、噴射弁11aはECU20からの信号に応じて開弁し、霧状の軽油をNO<sub>x</sub>吸収剤5の上流側排気通路に噴射する。

【0015】また、図に20で示すのはエンジン1の電子制御ユニット（ECU）である。ECU20はCPU、RAM、ROM、及び入力ポート、出力ポートを相互に双方向バスで接続した構成の公知のデジタルコンピュータからなり、エンジンの燃料噴射量制御等の基本制御を行うほか、本実施例では排気制御弁6の開閉制御と、還元剤噴射弁11aからの還元剤噴射の制御とを行っている。これらの制御のためECU20の入力ポート24には、排気温度センサ12から排気温度信号が入力されている他、エンジン回転数、アクセル開度等の信号がそれぞれ図示しないセンサから入力されている。

【0016】NO<sub>x</sub>吸収剤5は例えばアルミナ等の担体を使用し、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持されている。このNO<sub>x</sub>吸収剤5は流入する排気空燃比がリーンの場合にはNO<sub>x</sub>を吸収し、酸素濃度が低下するとNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>の吸放出作用を行う。

【0017】なお、上述の排気空燃比とは、ここではNO<sub>x</sub>吸収剤5の上流側の排気通路やエンジン燃焼室、吸気通路等にそれぞれ供給された空気量の合計と燃料の合計の比を意味するものとする。従って、NO<sub>x</sub>吸収剤5の上流側排気通路に燃料、還元剤または空気が供給されない場合には排気空燃比はエンジンの運転空燃比（エンジン燃焼室内の燃焼における空燃比）と等しくなる。

【0018】本実施例ではディーゼルエンジンが使用されているため、通常運転時の排気空燃比はリーンであり、NO<sub>x</sub>吸収剤5は排気中のNO<sub>x</sub>の吸収を行う。また、後述の操作により排気中に還元剤が導入されて酸素濃度が低下すると、NO<sub>x</sub>吸収剤5は吸収した還元剤の放出を行う。この吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかでない部分もある。しかしながらこの吸放出作用は図2に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0019】即ち、流入排気がかなりリーンになると流入排気中の酸素濃度が大幅に増大し、図2(A)に示されるようにこれら酸素O<sub>2</sub>がO<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sub>2</sub><sup>2-</sup>の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入排気中のNOは白金Ptの表面上でこのO<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sub>2</sub><sup>2-</sup>と反応し、NO<sub>2</sub>となる（2NO+O<sub>2</sub>→2NO<sub>2</sub>）。次いで生成されたNO<sub>2</sub>の一部は白金Pt上で酸化されつつ吸収剤内に吸

5

収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、図2(A)に示されるように硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ の形で吸収剤内に拡散する。このようにして $\text{NO}_x$ が $\text{NO}_x$ 吸収剤5内に吸収される。

【0020】従って、流入排気中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面で $\text{NO}_2$ が生成され、吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収能力が飽和しない限り $\text{NO}_2$ が吸収剤内に吸収されて硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ が生成される。これに対して流入排気中の酸素濃度が低下して $\text{NO}_2$ の生成量が減少すると反応が逆方向( $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$ )に進み、こうして吸収剤内の硝酸イオン $\text{NO}_3^-$ が $\text{NO}_2$ の形で吸収剤から放出される。すなわち、流入排気中の酸素濃度が低下すると $\text{NO}_x$ 吸収剤5から $\text{NO}_x$ が放出されることになる。

【0021】一方、流入排気中にHC、CO等の還元成分が存在すると、これらの成分は白金Pt上の酸素 $\text{O}_2$ または $\text{O}^{2-}$ と反応して酸化され、排気中の酸素を消費して排気中の酸素濃度を低下させる。また、排気中の酸素濃度低下により $\text{NO}_x$ 吸収剤5から放出された $\text{NO}_2$ は図2(B)に示すようにHC、COと反応して還元される。このようにして白金Ptの表面上に $\text{NO}_2$ が存在しなくなると吸収剤から次から次へと $\text{NO}_2$ が放出される。

【0022】すなわち、流入排気中のHC、COは、まず白金Pt上の $\text{O}_2$ または $\text{O}^{2-}$ とただちに反応して酸化され、次いで白金Pt上の $\text{O}_2$ または $\text{O}^{2-}$ が消費されてもまだHC、COが残っていればこのHC、COによって吸収剤から放出された $\text{NO}_x$ および機関から排出された $\text{NO}_x$ が還元される。また、上述の $\text{NO}_x$ 吸収剤からの $\text{NO}_x$ の放出作用は、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度が高いほど活発になるため、再生時に $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度を高く保持することにより、短時間で $\text{NO}_x$ 吸収剤に吸収された $\text{NO}_x$ を完全に放出させて完全な再生を行うことができる。

【0023】本実施例では、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生時に $\text{NO}_x$ 吸収剤5を通過する排気中に還元剤濃度の高い層と低い層とを交互に生成することにより、これらの層の境界付近で白金Ptの触媒作用による還元剤の燃焼を促進するとともに、還元剤の燃焼により温度が上昇した $\text{NO}_x$ 吸収剤を還元剤濃度が高い層が通過する際に吸収された $\text{NO}_x$ の放出、還元を行う。

【0024】このように、還元剤濃度の高い層と低い層とを交互に $\text{NO}_x$ 吸収剤を通過させることにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作時に流入する排気の還元剤濃度を常時高く保持する場合に比べ還元剤の消費量が大幅に低減されると同時に $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度を効率よく上昇させることができる。次に、再生操作時に $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気中に還元剤濃度の高い層と低い層とを交互に生成する方法について図3から図5を用いて説明する。

【0025】本実施例では、排気制御弁6の開閉操作と

6

還元剤噴射弁11aの噴射制御により排気中に還元剤の濃度の高低を生じさせている。このための排気制御弁6と還元剤噴射弁11aとの作動の組み合わせとしては以下の3つがある。

①排気制御弁6に所定間隔で開閉動作を行わせ、還元剤噴射弁11aからは連続的に還元剤を噴射する。

【0026】②排気制御弁6に所定間隔で開閉動作を行わせ、この開閉動作に応じて還元剤噴射弁11aから間欠的に還元剤を噴射する。

③排気制御弁6は所定の一定開度に保持したまま還元剤噴射弁11aから間欠的に還元剤を噴射する。

図3から図5はそれぞれ上記①から③の場合に付いての排気制御弁6の動作(各(A)図)、還元剤噴射弁11aからの還元剤噴射量(各(B)図)、それによる $\text{NO}_x$ 吸収剤5を通過する排気流量の変化(各(C)図)と空燃比の変化(各(D)図)を時間を横軸にとって示している。

【0027】図3は上記①の場合を示し、排気制御弁6は所定の間隔で開閉動作され(図3(A))、それによって排気流量(流速)は増減する(同(C))。一方、還元剤噴射弁11aは連続的に還元剤を噴射している(同(B))。排気制御弁6が開閉している期間(区間I)には、排気流速が低下しているため、この時に噴射弁11aから噴射された還元剤は噴射弁11aの近傍に高濃度の還元剤の層を形成し、空燃比は理論空燃比より大幅にリッチとなる。次いで排気制御弁6が所定の開度まで開弁すると(区間II)、比較的多量の排気が流入して流速が上昇するので、この高濃度の還元剤層は排気に搬送されて噴射弁11a近傍の還元剤濃度は低下する。これにより、排気制御弁6の開閉動作に伴って還元剤の高濃度層と低濃度層とが交互に形成され、排気流に運ばれて $\text{NO}_x$ 吸収剤中を通過する。

【0028】前述のように、還元剤の高濃度層と低濃度層との境界付近では $\text{NO}_x$ 吸収剤上で還元剤の燃焼が促進されて $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度が上昇するが、図3の例では還元剤の低濃度層もある程度の還元剤を含むため低濃度層の通過時にも還元剤の燃焼が生じ、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度が一層早く上昇する。なお、図3の場合は還元剤の高濃度層と低濃度層とが交互に形成されるが、低濃度層は理論空燃比に較べてかなりリーン側の空燃比になっており、排気制御弁の開閉間隔を適当に設定することにより全体として排気空燃比の平均値はリーンに保持されているため、流入する排気空燃比を常に理論空燃比よりリッチ側に保持する場合に較べて還元剤供給量は大幅に低減される。

【0029】図4は、上記②の場合を示し、還元剤噴射弁11aからは排気制御弁6の開弁期間のみ還元剤が噴射される。この結果、図3の場合と較べて還元剤の低濃度層は殆ど還元剤を含まないことになり、還元剤供給量は更に低減される。図5は上記③の場合を示す。この場

合、排気制御弁6は一定の開度に保持され(図5(A))、排気流量は一定になる。また、還元剤供給量噴射弁11aは間欠的に還元剤の噴射を行う(同(B))。このため、図4の場合と同様に、還元剤の高濃度層と還元剤を殆ど含まない低濃度層とが交互に排気中に形成される。

【0030】なお、還元剤噴射弁11aから還元剤を間欠的に噴射するのではなく、噴射量を所定間隔で増減するようにすれば、図3の場合と同様に還元剤の高濃度層とある程度の還元剤を含む低濃度層とを交互に排気中に形成することができる。また、上記①~③の方法は再生操作時に単独で使用することもできるが、NO<sub>x</sub>吸収剤の温度条件等に応じて切り換えて使用することもできる。

【0031】図6は、排気制御弁6と還元剤噴射弁11aの作動の制御の実施例を示すフローチャートである。本ルーチンは、上述のECU20により一定時間毎に実行される。本実施例ではNO<sub>x</sub>吸収剤5の温度条件に応じて上記①と②の方法を切り換える制御を行う。すなわち、NO<sub>x</sub>吸収剤下流に設けた排気温度センサ12により検出した排気温度T<sub>ex</sub>が第一の所定値T<sub>1</sub>以下の場合には、ECU20は、NO<sub>x</sub>吸収剤の温度が低く再生に時間がかかると判断して還元剤を連続的に噴射して上記①の方法により、NO<sub>x</sub>吸収剤の温度を急速に上昇させる。排気温度T<sub>ex</sub>が第一の所定値T<sub>1</sub>を越えた場合には還元剤の間欠噴射に切り換えて上記②の方法により再生を行い還元剤消費量を低減する。また、排気温度T<sub>ex</sub>が第二の所定温度T<sub>2</sub>以上になった場合には、NO<sub>x</sub>吸収剤の温度が十分に高くなっておりNO<sub>x</sub>の放出、還元反応の速度が早くなっていると考えられるので、間欠噴射実行時の還元剤噴射量を減少し、更に還元剤の消費量を低減させる。

【0032】図6においてルーチンがスタートすると、ステップ601ではNO<sub>x</sub>吸収剤5下流の排気温度T<sub>ex</sub>が排気温度センサ12から、また、エンジンのアクセル開度A<sub>cc</sub>とエンジン回転数Nとがそれぞれのセンサから読み込まれる。次いで、ステップ603ではNO<sub>x</sub>吸収剤の再生操作実行条件が成立しているか否かが判定される。ここで、NO<sub>x</sub>吸収剤の再生実行条件は、(1)アクセル開度A<sub>cc</sub>が所定値以下、かつ、エンジン回転数Nが所定値以上であること(すなわちエンジンブレーキ中であること)、(2)前回NO<sub>x</sub>吸収剤の再生操作を行ってから所定時間が経過していること、であり上記条件が両方とも成立した場合のみにステップ605以下のNO<sub>x</sub>吸収剤の再生操作を行う。

【0033】ここで、NO<sub>x</sub>吸収剤の再生をエンジンブレーキ中にのみ行うのは(上記条件(1))、再生時には後述のように排気制御弁6を閉じて排気流量を低減する必要があるため、通常運転中に再生を行うとトルクショックを生じ運転性が悪化するためである。また、前回

の再生操作実行から所定時間が経過していること(上記条件(2))を再生実行条件としているのは頻繁な再生操作を避けて真に再生が必要な場合にのみ再生操作を行うようにするためである。

【0034】なお、上記条件(2)の代わりに、NO<sub>x</sub>吸収剤のNO<sub>x</sub>吸収量が所定値以上になっていることを再生操作の実行条件としても良い。NO<sub>x</sub>吸収剤のNO<sub>x</sub>吸収量は、例えば、単位時間当たりのエンジンからのNO<sub>x</sub>の排出量を予めエンジン負荷(アクセル開度)とエンジン回転数等の関数としてECU20のROMに記憶しておき、一定時間毎にアクセル開度と回転数とから上記関数によりNO<sub>x</sub>排出量を求め、これに一定の係数を乗じたものを上記一定時間内のNO<sub>x</sub>吸収剤のNO<sub>x</sub>吸収量として積算することにより求められる。

【0035】ステップ603で再生操作の実行条件が成立している場合にはステップ607で排気制御弁6の作動を制御するフラグFの値が1にセットされる。フラグFが1にセットされると別途一定時間毎にECU20により実行される図示しないルーチンにより、排気制御弁6は一定時間間隔で開閉動作を行う。次いでステップ607では、ステップ601で読み込んだ排気温度T<sub>ex</sub>が第一の所定値T<sub>1</sub>以上か否かが判断される。T<sub>1</sub>はNO<sub>x</sub>吸収剤の活性温度であり、例えばT<sub>1</sub>=250度C程度に設定される。T<sub>ex</sub><T<sub>1</sub>である場合にはNO<sub>x</sub>吸収剤の温度を早く活性温度以上に上昇させる必要があるので、ステップ609に進み還元剤噴射弁11aの作動を制御するフラグGの値を1にセットする。フラグGの値が1にセットされると、別途一定時間毎にECU20により実行される図示しないルーチンにより、還元剤噴射弁11aは連続的に所定流量の還元剤を噴射する。これにより、前述の①の状態が成立する。

【0036】ステップ607でT<sub>ex</sub>≥T<sub>1</sub>である場合にはステップ611から617により再生操作を行う。すなわち、ステップ611では再生操作の実行時間を表すカウンタCをプラス1カウントアップして、ステップ613で排気温度T<sub>ex</sub>が第二の所定値T<sub>2</sub>以上か否かを判断する。ここで、T<sub>2</sub>は再生時のNO<sub>x</sub>放出、還元反応が活発になる温度であり、例えばT<sub>2</sub>=400度C程度に設定される。ステップ607でT<sub>ex</sub><T<sub>2</sub>である場合にはステップ615に進み、前述のフラグGの値を2にセットする。フラグGの値が2にセットされると、別途ECU20により実行される前述のルーチンにより還元剤噴射弁11aは、排気制御弁6の開弁動作に同期して所定量の還元剤の間欠噴射を行う。これにより、前述の②の状態が成立し、NO<sub>x</sub>吸収剤5の昇温と再生とが同時に行われる。

【0037】ステップ613でT<sub>ex</sub>≥T<sub>2</sub>である場合にはNO<sub>x</sub>吸収剤5の温度は十分に高く、これ以上の昇温は必要ないので、ステップ617でフラグGの値が3にセットされる。フラグGの値が3にセットされると、別

9

途ECU20により実行される前述のルーチンにより還元剤噴射弁11aの還元剤の間欠噴射の際の還元剤噴射量はステップ615より少ない量に低減される。これにより、還元剤の消費量が一層低減される。

【0038】次にステップ619からステップ625は再生操作の停止動作を示す。これらのステップはステップ603で再生操作実行条件が成立していない場合（再生実行中に運転状態の変化により成立しなくなった場合を含む）、及びステップ619でカウンタCの値が所定値C。以上になった場合に実行される。ここで所定値C。は、NO<sub>x</sub>吸収剤5の再生を完全に行うのに必要な時間に相当するルーチンの実行回数である。ステップ621から625が実行されると、フラグFとGの値はゼロにリセットされ、カウンタCの値はクリアされる。なお、フラグFの値がゼロリセットされると排気制御弁6は全開状態に保持され、フラグGの値がゼロリセットされると還元剤噴射弁11aからの還元剤噴射は停止される。

【0039】本実施例のように、還元剤の高濃度層と低濃度層とを交互にNO<sub>x</sub>吸収剤中を通過させてNO<sub>x</sub>吸収剤の温度を上昇させることは、軽油、灯油等の揮発性の低い成分を含む液状還元剤を使用する場合に還元剤消費量の低減と再生時間の短縮とを達成する上で特に有効である。すなわち、還元剤噴射弁11aから噴射された揮発性の低い液状還元剤は排気温度が低いと気化せずに霧状のままNO<sub>x</sub>吸収剤に到達する場合があるが、この場合NO<sub>x</sub>吸収剤の温度が低いと還元剤の気化が十分に行われず供給された還元剤の一部が消費されずに大気に放出される場合があり、再生に寄与しない還元剤の量の増大とHC成分のエミッション悪化等の問題を生じる恐れがある。このため、従来は軽油、灯油等の液状還元剤を使用する場合にはバーナ、電気ヒータ等により予めNO<sub>x</sub>吸収剤の温度を上昇させて置く必要があり、装置の複雑化とコスト上昇の原因となっていた。しかし、上記によれば、排気制御弁と還元剤噴射タイミングの制御により、簡易な方法でNO<sub>x</sub>吸収剤の温度を上昇させることができ、液状還元剤を使用する上での問題が解決される。

【0040】以上本発明の一実施例について説明したが、本発明は上記実施例のみに限定されるものではなく、種々の応用が可能である。例えば、上述の実施例はディーゼルエンジンに本発明を適用した場合であるが、本発明は同様に希薄燃焼を行うガソリンエンジンにも適用できる。また、上記実施例では、排気制御弁を一定間隔で開閉しているが、排気温度に応じて排気制御弁の開閉間隔を変えるようにしてもよい。排気温度が低い場合に排気制御弁の開閉間隔を短くすれば短い周期で還元剤の高濃度層と低濃度層がNO<sub>x</sub>吸収剤中を通過するようになるため、還元剤の燃焼が一層促進され、より短時間でNO<sub>x</sub>吸収剤の温度を上昇させる事ができる。

10

【0041】また、上記実施例では排気制御弁を開閉して、還元剤の高濃度層と低濃度層とを排気中に形成しているが、排気制御弁を一定開度に保持して還元剤噴射弁から還元剤の間欠噴射を行う場合も上記実施例と同様な制御が可能である。さらに、上記実施例では排気制御弁の開閉を所定時間経過毎に（所定間隔で）行っているが、他の方法により排気制御弁の開閉タイミングを制御することもできる。

【0042】例えば、NO<sub>x</sub>吸収剤の下流側に排気中の酸素濃度に応じた出力信号を発生する酸素濃度センサを配置して、NO<sub>x</sub>吸収剤下流側の酸素濃度が所定値に達する毎に排気制御弁（または還元剤噴射弁）を開閉するようにしてもよい。還元剤噴射弁から噴射された還元剤は一定の時間遅れの後酸素濃度センサに到達するため、上記により、排気制御弁（または還元剤噴射弁）は酸素濃度センサの出力に応じて開閉動作を繰り返す事になる。この場合、排気制御弁等の開閉動作を行う酸素濃度センサ出力と、開弁動作を行う出力とに差を設けることにより、排気空燃比の平均値を理論空燃比よりリーン側に制御することができる。

【0043】

【発明の効果】本発明の内燃機関の排気浄化装置は、上述のようにNO<sub>x</sub>吸収剤に流入する排気中に還元剤の高濃度層と低濃度層とを交互に形成することにより、NO<sub>x</sub>吸収剤の再生時の還元剤消費量を低減するとともにNO<sub>x</sub>吸収剤の温度を上昇させて最適な温度で効率的にNO<sub>x</sub>吸収剤の再生を行うことができる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す図である。

【図2】本発明のNO<sub>x</sub>吸収剤のNO<sub>x</sub>吸放出作用を示す図である。

【図3】排気制御弁と還元剤供給装置の作動タイミングの一例を示す図である。

【図4】排気制御弁と還元剤供給装置の作動タイミングの一例を示す図である。

【図5】排気制御弁と還元剤供給装置の作動タイミングの一例を示す図である。

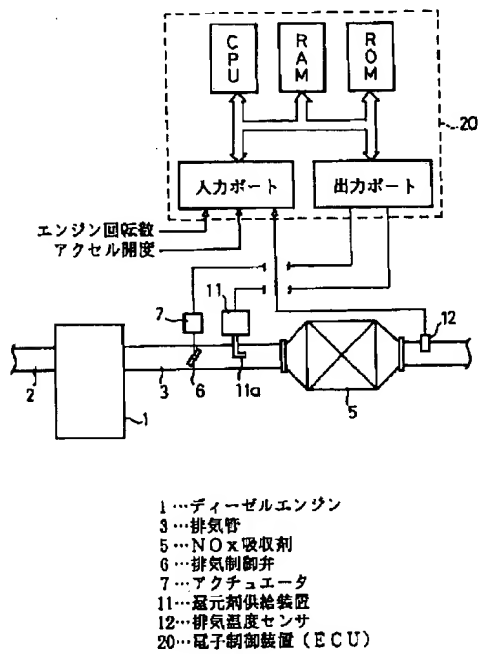
【図6】図1の実施例のNO<sub>x</sub>吸収剤再生操作を示すフローチャートの例である。

【符号の説明】

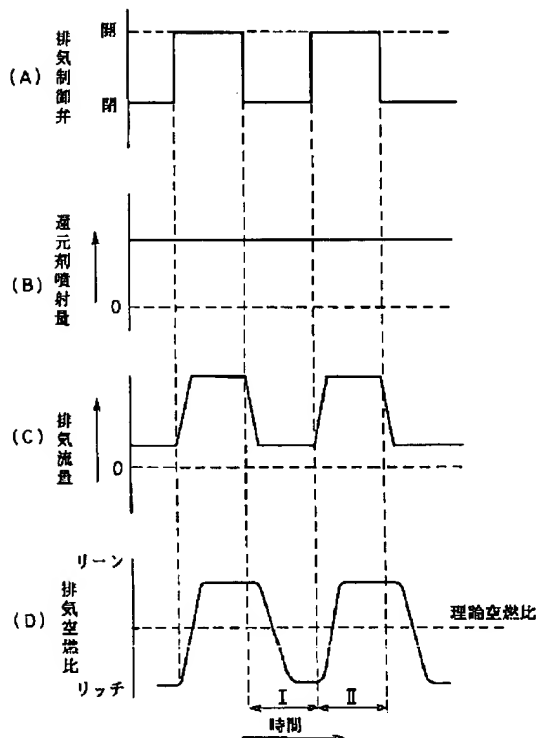
- 1…ディーゼルエンジン
- 3…排気管
- 5…NO<sub>x</sub>吸収剤
- 6…排気制御弁
- 7…アクチュエータ
- 11…還元剤供給装置
- 11a…還元剤噴射弁
- 12…排気温度センサ
- 20…ECU

50

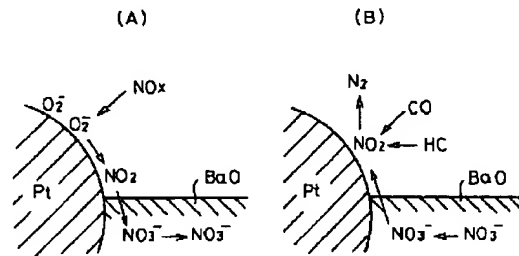
【図1】



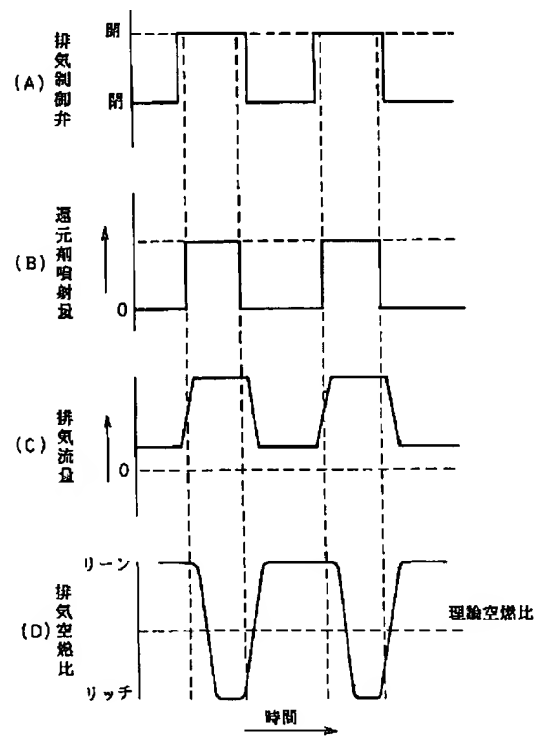
【図3】



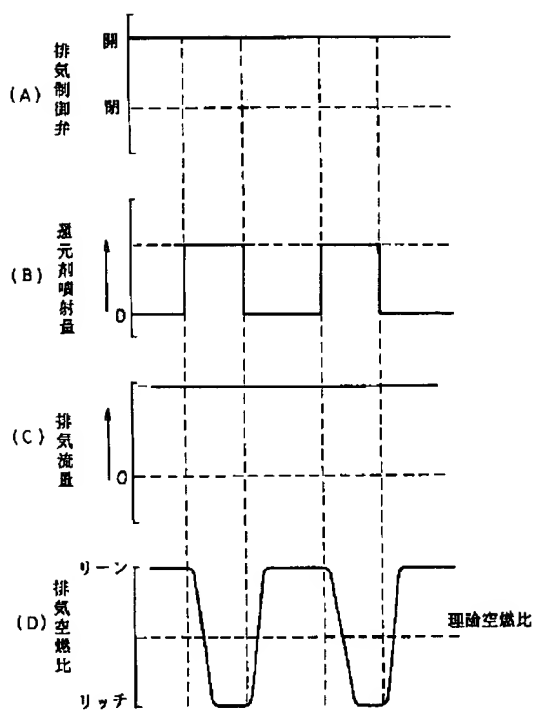
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

